

PROJEKTERING AV VÄGENS LINJEFÖRING FÖRKORTNING AV NORMUTKAST

GEOMETRISKA ARBETSGRUPPEN

VÄG- OCH VATTENBYGGNADSSTYRELSEN

HELSINGFORS 15. 12. 1970

PROJEKTERING AV VÄGENS LINJEFÖRING

Sammandrag av normutkast

Sammandrag av ett ^{av} Geometriska
arbetsgruppen uppgjort utkast till
väg- och vattenbyggnadsverkets
normalbestämmelser och anvisnin-
gar, "Projektering av vägens
linjeföring".

Inledning

I det av Geometriska arbetsgruppen uppgjorda utkastet till anvisningar beträffande projektering av vägars linjeföring behandlas

1. vägens anpassning till terrängen
2. vägens geometriska projektering och
3. arbetsskeden vid projektering av vägens linjeföring

I detta häfte presenteras i korthet de i anvisningsutkastet föreslagna huvudprinciperna samt ett sammandrag av den del, som berör vägens geometriska projektering.

Syftet med detta sammandrag är att underlätta uppkomsten av en helhetsuppfattning av ifrågavarande utkast. I anvisningsutkastet givna rikt- och minimivärden för projekteringssementen avviker delvis från motsvarande värden givna i statsrådets tekniska anvisningar.

Helsingfors 15.12.1970

Geometriska arbetsgruppen

PROJEKTERING AV VÄGENS LINJEFÖRING

ALLMÄNT

Med projektering av en vägs linjeföring avses i anvisningsutkastet projektering av vägens läge och utformning, varvid man eftersträvar möjligast fördelaktigt slutresultat med hänsyn till ekonomiska synpunkter, säkerhet och behaglighet. Olika målsättningars prioritering är närmast beroende av vägnas trafikmässiga betydelse.

En vägs geometriska utformning bestäms på basen av tre dimensionerande huvudelement, dvs. väglinje, balanslinje och sektion. Vart och ett av dessa utgörs av flera element. Projektering av väglinje, balanslinje och sektion omfattar val av element, kombinerings av dessa till dimensionerande huvudelement samt sammanfogning av de dimensionerande huvudelementen så, att vägen får ändamålsenligt läge och ändamålsenlig utformning.

Allmänna utgångspunkter för projekteringen är:

- trafiken
- vägens funktionella klass
- lokala förhållanden
- väghållningens programmering

Trafikens mängd och dess sammansättning inverkar avgörande framför allt vid jämföring av olika linjeföringsalternativ, eftersom körkostnaderna till stor del är beroende av trafiken på vägen.

Vägnas funktionella klassificering baserar sig på vägens läge och betydelse inom vägnätet. I anvisningsutkastet uppdelas de allmänna vägarna i följande klasser:

- huvudvägar
- matarvägar
- förbindelsevägar

En vägs dimensionerande hastighet (rikthastighet), betjäningsstandard och säkerhetskrav bestäms i huvudsak på basen av vägens funktionella klass.

Uppgifter om lokala förhållanden är nödvändiga för att man skall kunna anpassa vägen till terrängen på ett ändamålsenligt sätt med beaktande av teknisk- och jorddispositionsekonomiska synpunkter samt miljövårdsaspekter.

I samband med programmering av väghållningen har man gjort en preliminär definition av åtgärden samt uppgjort en preliminär kostnadskalkyl och finansieringsplan, vilka inverkar vid val av den av vägens linjeföringar, som skall realiseras, samt vid beslut om etappvis utbyggande av vägen.

För uppnående av de allmänna målen för projekteringen av en vägs linjeföring, används som utgångspunkt för dimensionering av vägens element en dimensionerande hastighet. På basen av denna bestäms rikt- och minimivärden för vägens geometriska element med hänsyn till kördynamikens lagar samt fordonets och dess förars prestationsförmåga.

Vid en vägs yttre bör uppmärksamhet fästas under projekteringsskedet genom att jämföra väglinje, balanslinje och sektion vid olika punkter av vägen och genom att foga de olika elementkombinationerna till varandra så, att vägen såväl ur trafiksäkerhets- som ur behaglighetssynpunkt erhåller en fördelaktig utformning. Samtidigt strävar man även till att få väg och terräng att harmonisera.

För beaktande av ekonomiska aspekter strävar man till att inpassa väglinjen i terrängen på ett för byggnadskostnaderna förmånligt sätt, varvid man dock bör undvika körkostnaderna förstörande branta stigningar och skarpa kurvor i väglinjen. För att finna den för vägen fördelaktigaste linjeföringen, projekterar man flera olika alternativ och utför jämförande beräkningar dem emellan. Härvid granskar man separat i pengar värderbara aspekter och som sin egen grupp sådana aspekter, vilkas betydelse ej kan värderas enbart i pengar.

GEOMETRISK PROJEKTERING

1. STOPPSTRÄCKA

Med stoppsträcka avses den sträcka, som ett fordons förare använder till att stoppa sitt fordon. Stoppsträckan räknas inbegripa såväl den sträcka, som tillryggäläggs under reaktionstiden som den sträcka, som tillryggäläggs under inbromsningen.

Stoppsträckan beräknas enligt formeln

$$L_p = t_r \cdot \frac{V}{3,6} + \frac{V^2}{254 (f \pm s)}$$

där L_p = stoppsträcka (m)
 t_r = reaktionstid (s)
 V = fordonets utgångshastighet (km/h)
 f = genomsnittlig friktionskoefficient (-)
 s = vägens längslutning (-)

Med dimensionerande stoppsträcka avses den stoppsträcka, som definierats som utgångspunkt för vägens geometriska dimensionering.

Dimensionerande stoppsträckor och motsvarande genomsnittliga retardationsvärden och friktionskoefficienter

Dimensionerande hastighet (km/h)	Dimensionerande stoppsträcka (m)	Genomsnittlig retardation (m/s ²)	Genomsnittlig friktionskoefficient (-)	Reaktions-tid (s)
40	40	3,4	0,35	2,0
50	55	3,3	0,34	2,0
60	75	3,2	0,33	2,0
70	95	3,1	0,32	2,0
80	120	3,0	0,31	2,0
90	150	2,9	0,30	2,0
100	180	2,9	0,30	2,0
110	215	2,9	0,30	2,0
120	250	2,9	0,30	2,0
130	295	2,9	0,30	2,0
140	355	2,9	0,30	2,0

2. SIKTLÄNGDER

a) Dimensionerande siktlängder

Med dimensionerande stoppsikt avses det avstånd, på vilket ett fordons förare kan se ett hinder på vägen för att i normala förhållanden kunna stoppa sitt fordon före hindret. Dimensionerande stoppsikten är lika lång som dimensionerande stoppsträckan.

Med dimensionerande mötessikt avses det avstånd, på vilket två i motsatta riktningar körande fordons förare kan observera varandras fordon och i normala förhållanden stanna upp för att undvika kollision. Dimensionerande mötessikten är två gånger så lång som dimensionerande stoppsträckan.

Med dimensionerande omkörningsikt avses den sträcka, som ett fordons förare kan se i vägens riktning för att i normala förhållanden kunna köra om ett framför körande fordon utan, att ett i omkörningens begynnelseögonblick framkommande, i motsatt riktning körande fordon behöver minska hastigheten.

Med dimensionerande anslutningsikt avses den sträcka, som ett till en plananslutning ankommande fordons förare måste kunna se i den andra vägens riktning, för att kunna uppskatta situationen vara sådan, att han tryggt kan svänga in på den andra vägen eller korsa denna utan, att ett utefter denna väg med dimensionerande hastighet körande fordon i störande grad behöver minska sin hastighet.

Dimensionerande siktlängder

Dimensionerande hastighet (km/h)	Dimensionerande stoppsikt (m)	Dimensionerande mötessikt (m)	Dimensionerande omkörningsikt (m)	Dimensionerande anslutningsikt (m)	
				Normalt	Undantagsvis
40	40	80		140	80
50	55	110	400	170	110
60	75	150	450	200	140
70	95	190	500	240	170
80	120	240	550	280	200
90	150	300	600	320	240
100	180	360	650	370	280
110	215	430	700		
120	250	500	750		
130	295	590			
140	355	710			

b) Krav rörande siktförhållanden

Utefter alla vägar erfordras dimensionerande stoppsikt i varje punkt av vägen.

Utefter enfältsväg med trafik i vardera riktningen erfordras i varje punkt av vägen minst dimensionerande mötessikt.

I alla anslutningar mellan allmänna vägar samt mellan allmän och privat väg erfordras dimensionerande anslutningssikt.

Utefter tvåfältsväg trafikerad i vardera riktningen bör dimensionerande omkörningssikts förekomstprocent vara minst följande

Vägens funktionella klass	Minimiförekomstprocenter för dimensionerande omkörningssikt
Huvudväg	30
Matarväg	25
Förbindelseväg	20

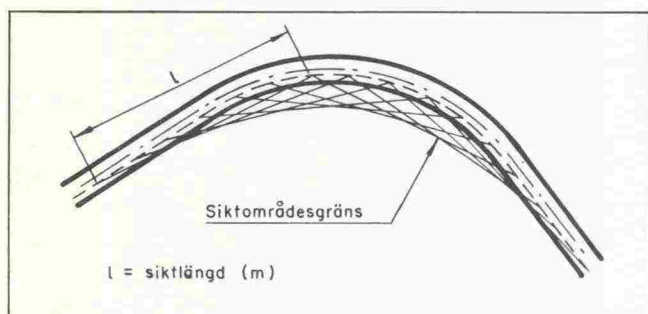
Omkörningsdugliga avsnitt bör fördelas möjligast jämnt.

3. SIKTOMRÅDEN

Siktområden reserveras

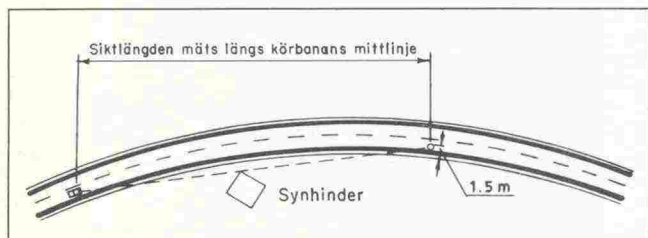
- a) vid kurvor i vägen
- b) i plananslutningar
- c) i plankorsningar mellan väg och järn- eller spårväg

a) Siktområde i vägkurva

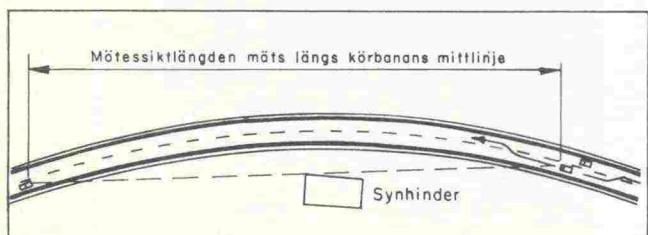


Siktområde reserveras minst på basen av dimensionerande stoppsikt. Undantagsvis kan siktområde reserveras även på basen av dimensionerande omkörningssikt.

Mätning av stoppsikt i vägkurva



Mätning av mötes- och omkörningssikt i vägkurva

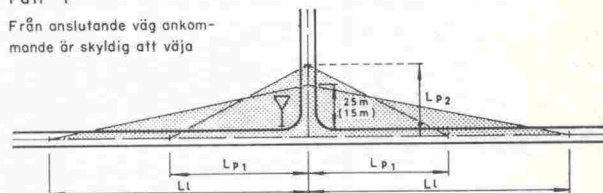


b) Siktområden i plananslutningar

Siktområdena i en plananslutning bestäms på basen av dimensionerande anslutnings- och dimensionerande stoppsikt.

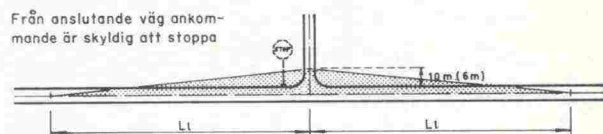
Fall 1

Från anslutande väg ankommande är skyldig att väja



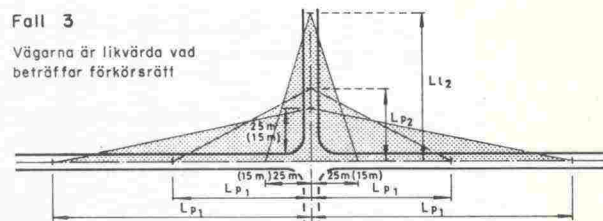
Fall 2

Från anslutande väg ankommande är skyldig att stoppa



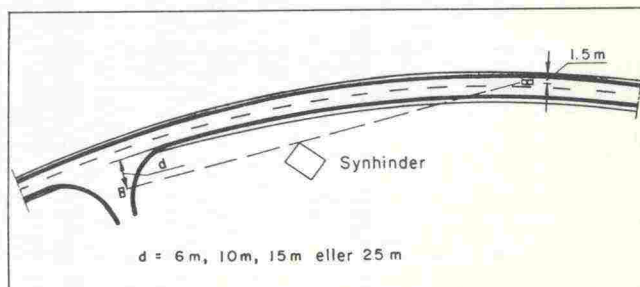
Fall 3

Vägarna är likvärda vad beträffar förkörsrätt

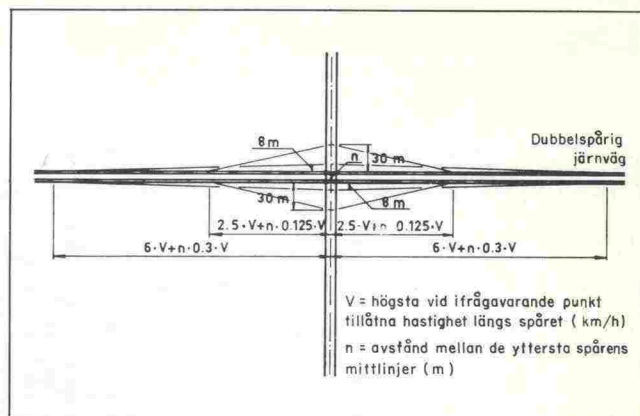
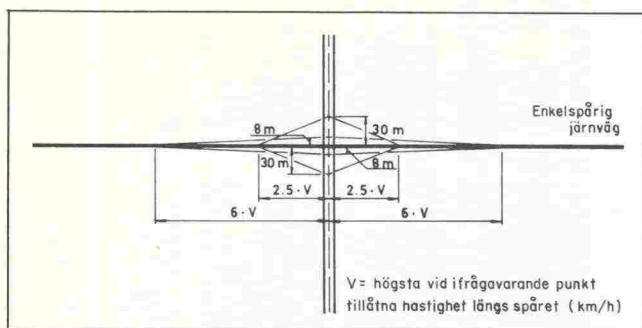


Dimensionerande hastighet (km/h)	Dimensionerande stoppsikt L_p (m)	Dimensionerande anslutningssikt L_t (m)	
		Normalt	Undantagsvis
40	40	140	80
50	55	170	110
60	75	200	140
70	95	240	170
80	120	280	200
90	150	320	240
100	180	370	280

Mätning av anslutningssikt i vägkurva



c) Siktområde i plankorsning mellan allmän väg
och järn- eller spårväg



4. VÄGLINJENS PROJEKTERING

Vid väglinjens projektering används i allmänhet tre element:

- raksträcka
- cirkelkurva
- övergångskurva

A. Rak väglinje

Raksträckas maximilängd:

- på motorvägar och övriga fyr- eller flerfältsvägar 3000 m
- på tvåfältsvägar 2000 m

B. Cirkelkurva

Kördynamiska minimi- och riktvärden för en cirkelkurvas radie beräknas enligt ekvationen

$$R = \frac{V^2}{127(q + f)}$$

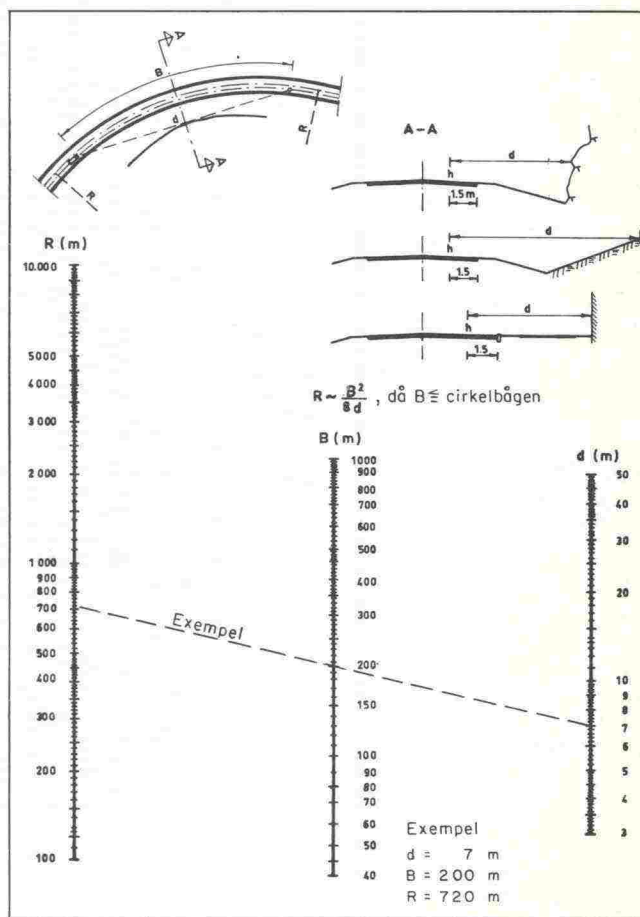
- där R = cirkelkurvas radie (m)
V = dimensionerande hastighet (km/h)
q = skevning (-)
f = sidofriktion (-)

Minimivärden för cirkelkurvas radie samt dessa motsvarande skevningar (q) och sidofriktioner (f)

Dimensionerande hastighet (km/h)	1 Sidofriktion (-)	2 Tvärfall (%)	3 Kurvradie minimivärde (m)
40	0,150	7,0	60
50	0,130	7,0	110
60	0,115	6,0	170
70	0,100	6,0	250
80	0,090	6,0	350
90	0,080	5,0	500
100	0,070	5,0	650
110	0,065	5,0	850
120	0,060	4,0	1100
130	0,055	4,0	1400
140	0,050	4,0	1700

I skärningar eller andra sådana vägpunkter, där sikthinder förekommer, bör man för att uppnå erforderlig sikt antingen använda tillräckligt stor kurvradien eller röja undan sikthindren från siktområdet.

På siktkrav baserat minimivärde för cirkelkurvas radie, då man känner sikthindrets avstånd från ögonpunkten (1,5 m från körbanans kant).



Riktvärden för cirkelkurvas radie beräknade så, att $(q + f)$ vid riktvärdenas undre gräns är $2/3$ och vid deras övre gräns $1/3$ av minimivärdenas $(q + f)$

Dimensionerande hastighet (km/h)	Riktvärden för cirkelkurvas radie (m)
40	90 ... 200
50	150 ... 300
60	250 ... 500
70	350 ... 700
80	500 ... 1000
90	750 ... 1500
100	1000 ... 2000
110	1250 ... 2500
120	1700 ... 3500
130	2200 ... 4000
140	2600 ... 5000

C. Övergångskurva

Som övergångskurva används i allmänhet klotoiden. Övergångskurva kan undantagsvis ersättas med en eller flera cirkelkurvor.

Klotoidens grundeckvation är

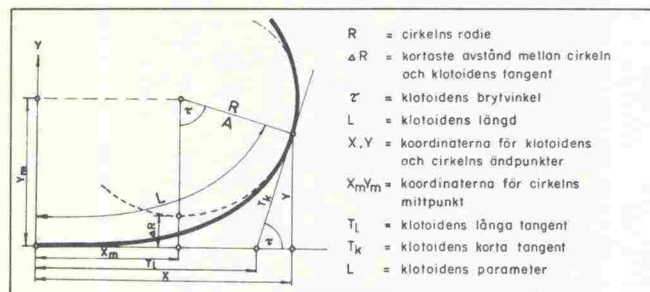
$$A^2 = RL$$

där A = klotoidens parameter

L = klotoidbågens längd

R = bågens radie i den punkt, till vilken båglängden utgående från klotoidens begynnelsepunkt mäts.

Klotoidens dimensioneringsvärden



Minimi- och riktvärdena för klotoidens parameter bestäms på basen av optiska aspekter och aspekter, som hänför sig till skevningsutjämnningen.

Kördynamiska minimivärden för klotoidens parameter kan beräknas enligt ekvationen

$$L_{\min} = 0,043 V^3 \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) - 5,45 V (q_2 - q_1)$$

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{L_{\min}}{\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)}} = \sqrt{\frac{L_{\min} R_1 R_2}{R_1 - R_2}}$$

där L_{\min} = övergångskurvans minimilängd (m)

A_{\min} = minimivärdet på klotoidens parameter (m)

V = dimensionerande hastighet (km/h)

R_1 = den cirkelkurvas radie, ur vilken man kommer (på raksträcka $R_1 = \infty$) (m)

R_2 = den cirkelkurvas radie, in i vilken man kör (m)

q_1 = skevning i kurvan med radien R_1 (-)

q_2 = skevning i kurvan med radien R_2 (-)

Riktvärden för klotoidens parameter på basen av optiska aspekter

R (m)	A
100 ... 300	$R \dots 0,5R$
300 ... 1000	$0,5R \dots 0,3R$
1000 ... 2000	$0,3R \dots 0,25R$
2000 ... 3000	$0,25R \dots 0,20R$

På basen av skevningsutjämningssträckans minimilängd fås minimivärdet för klotoidens parameter ur ekvationen

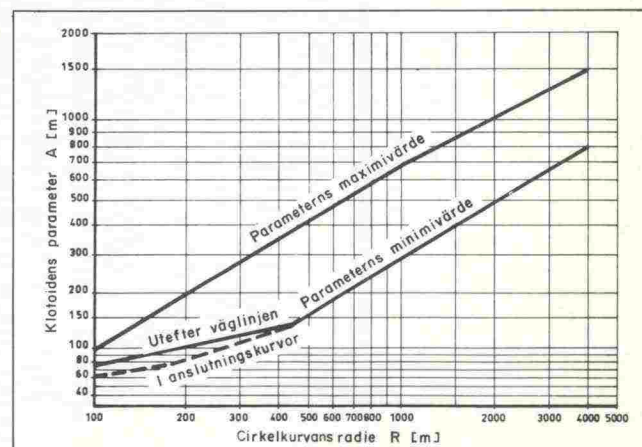
$$A_{\min} = \sqrt{R \cdot L_q}$$

där A_{\min} = parameterens minimivärde (m)

R = cirkelkurvas radie (m)

L_q = för skevningsutjämnning erforderad minimisträcka (m)

Riktvärden för klotoidens parameter, bestämda med hänsyn till kördynamikens optiska aspekter och aspekter, som hänför sig till skevningsutjämnningen



Väglinje vid anslutningar

Med hänsyn till anslutningars siktförhållanden är rak väglinje fördelaktigast.

Kurvradiens minimivärden vid planskilda anslutningar

- motorvägar 3000 m
- övriga vägar 1500 m

Kurvradiens riktminimivärden vid plananslutningar

Dimensionerande hastighet (km/h)	Kurvradiens minimivärde (m)
40	150
50	200
60	350
70	500
80	750
90	1000
100	1400

Anvisningar rörande kombinerings av element

a) Kombinationer av kurvor

Klotoid - cirkelkurva - klotoid:

- korta cirkelkurvor bör undvikas

S-kurva:

- förhållandet mellan den större parametern och den mindre bör vara mindre än 1,5

Två cirkelkurvor åt samma håll:

- ifall sammanfogningen utförs med användande av klotoid, bör dess parameter fylla följande villkor

$$\frac{R}{2} \leq A \leq R$$

där R = den mindre cirkelkurvas radie (m)
A = klotoidens parameter (m)

- cirkelarna kan sammanfogas utan klotoid, ifall förhållandet mellan deras radier fyller villkoren i följande tabell

R ₁ (m)	R ₂ (m)
200	150 ... 250
300	220 ... 470
400	280 ... 600
600	400 ... 950
800	500 ... 1400
1000	650 ... 1900
1500	850 ... 3000
2000	1100 ... 4000
3000	1500 ... 6000
4000	2000 ... 8000

b) Kombinationer av kurvor och raksträckor

Längden på en raksträcka belägen mellan två i samma riktning svängande cirkelkurvor bör vara minst $6 \cdot V$ (m), där V är dimensionerande hastighet (km/h), eller minst 300 ... 400 meter.

Ifall man mellan två olikriktade cirkelkurvor använder raksträcka, bör dess längd vara minst $2 \cdot V$ (m), där V är dimensionerande hastighet (km/h).

Två olikriktade klotoider, mellan vilka ligger en raksträcka

- på grund av aspekter som hänför sig till skevningens utjämnings, bör raksträckans längd vara minst $2 \cdot V$ (m), där V är dimensionerande hastighet (km/h), eller under 20 m
- av estetiska skäl bör längden på en alldeles kort raksträcka vara högst

$$L = \frac{A_1 + A_2}{40}$$

där L = raksträckans maximilängd (m)
A₁ och A₂ = klotoidernas parametrar (m)

5. PROJEKTERING AV BALANSLINJE

Vid projektering av balanslinje används i allmänhet två element

- raksträcka
- vertikalkurva

A. Rak balanslinje

Rak balanslinje är fördelaktig ur kördynamisk synpunkt och för siktförhållandena samt i jämn terräng i allmänhet även för vägens utseende.

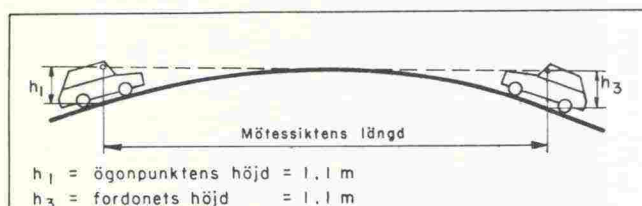
B. Vertikalkurva

Minimi- och riktvärden för en vertikalkurva bestäms med hänsyn till siktlängder, kördynamik och utseende.

Minimi- och riktvärden för vertikalkurvas radie på basen av dimensionerande stoppsikt

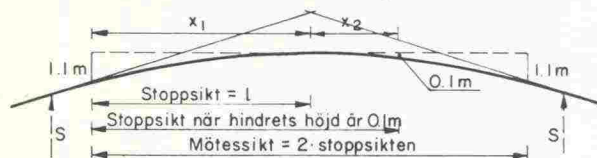
Dimensionerande hastighet (km/h)	Övergångskurvas radie R (m)		
	Minimivärden		Riktvärden vid konvex brytpunkt
	Konkav	Konvex	
40	600	450	450 ... 750
50	1000	800	800 ... 1400
60	1500	1500	1500 ... 2500
70	2100	2400	2400 ... 4100
80	2800	3900	3900 ... 6500
90	3500	6000	6000 ... 10000
100	4500	9000	9000 ... 15000
110	5200	12500	12500 ... 21000
120	6500	17000	17000 ... 28000
(130)	(7600)	(23000)	
(140)	(9200)	(35000)	

Mötes- och omkörningssikt vid konvex vertikalkurva



Beräkning av minimi- och riktvärden för konvex vertikalkurva

Fall 1. Stoppsikten \leq kurvans längd



Stoppsikt vid bestämning av elementens riktvärden:

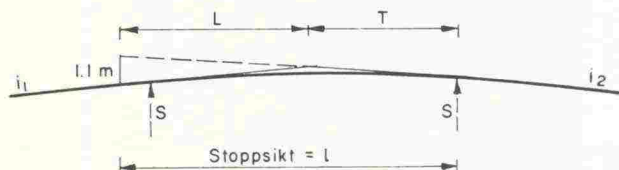
$$l = x_1 \therefore 1.1 \text{ m} = \frac{l^2}{2S} \therefore S_{\min} = \frac{l^2}{2.2 \text{ m}}$$

Stoppsikt vid bestämning av elementens minimivärden:

$$l = x_1 + x_2 \therefore x_1 = \sqrt{2 \cdot S \cdot 1.1 \text{ m}}, x_2 = \sqrt{2 \cdot S \cdot 0.1 \text{ m}}$$

$$S_{\min} = \frac{l^2}{3.75 \text{ m}}$$

Fall 2. Stoppsikten \geq kurvans längd



$$l \leq T + L = \frac{S}{2} \cdot \frac{i_1 + i_2}{100} + \frac{1.1 \text{ m}}{i_1 + i_2}$$

$$S_{\min} \approx \frac{l - \frac{1.1 \text{ m}}{i_1 + i_2}}{\frac{i_1 + i_2}{200}}$$

S = Vertikalkurvas radie [m]

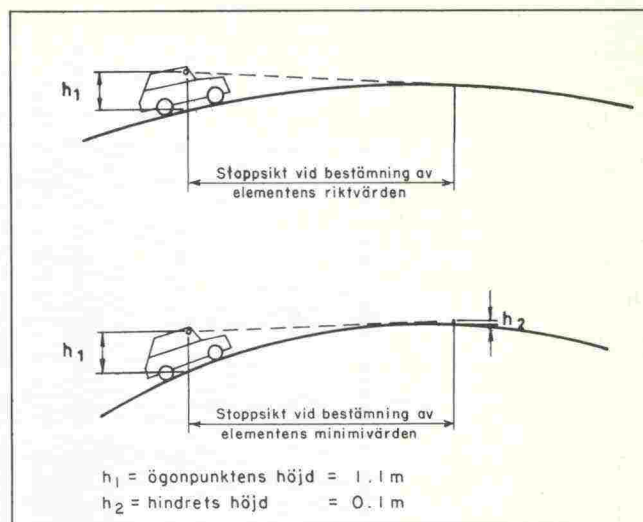
l = Stoppsikt [m]

i_1 ja i_2 = Längslutning [%]

l formeln plustecken om längslutningarna olikriktade

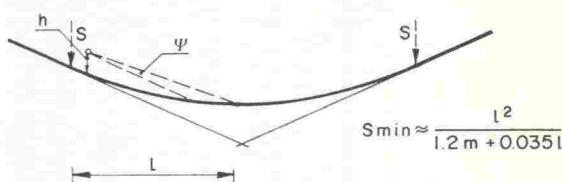
l formeln minustecken om längslutningarna likriktade

Stoppsikt vid konvex vertikalkurva

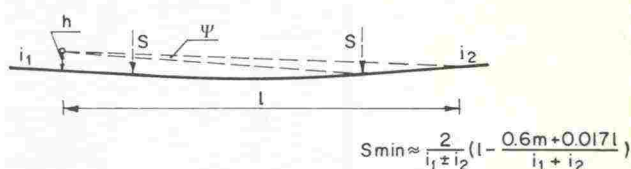


Beräkning av minimivärden för konkav vertikalkurvas radie

Fall 1. Stoppsikten \leq kurvans längd



Fall 2. Stoppsikten \geq kurvans längd



h = Strålkastarnas höjd 60 cm

ψ = Ljuskäglans vinkel 1°

Kördynamiskt minimivärde för vertikalkurvas radie kan beräknas enligt formeln

$$S_{\min} = 0.154 \cdot v^2$$

där S_{\min} = vertikalkurvas minimivärde (m)

v = dimensionerande hastighet (km/h)

På grund av utseendefaktorer väljs vertikalkurva så, att i vägen ej uppkommer intryck av skarp bry brytpunkt. En vertikalkurvas totallängd bör vara minst $2 \cdot v$ (m), där v är dimensionerande hastighet (km/h).

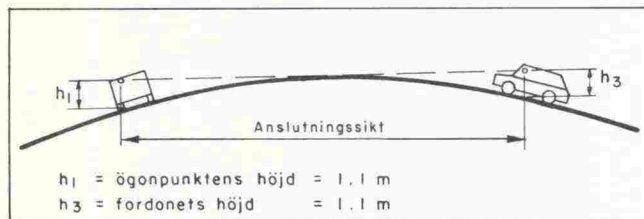
Balanslinje vid anslutningar

För anslutningars siktförhållanden är rak eller konkav profil fördelaktigast.

Minimivärden för vertikalkurvas radie vid anslutningar

Dimensionerande hastighet (km/h)	Minimivärden för vertikalkurvas radie R (m)			
	Konvex vertikalkurva vid plananslutning		Vid planskild anslutning	
	Normalt	Undantagsvis	Konvex	Konkav
40	2500	1000		
50	3500	1500		
60	5000	2500		
70	7000	4500		
80	9000	6500	7000	5000
90	12000	10000	10000	6000
100	16000	15000	15000	8000
110			22000	8000
120			22000	8000

Anslutningssikt vid konvex vertikalkurva i balanslinjen



Längslutning

Längslutningens maximivärden på sådant vägvagnsnitt, där anslutningar ej förekommer

Vägens klass	Längslutningens maximivärde %		
	Landsortsvägar		Tätorts- vägar
	Normalt	Undantagsvis	
Motorvägar och motortrafikvägar	4	5	5
Samtrafikvägar varvid vägen är			
- huvudväg	5	6	6
- matarväg	7	9	7
- förbindelseväg	10	12	10...12

Längslutningens maximivärden vid anslutningar.

Vägens klass	Längslutningens maximivärde %		
	Planskild anslutning	Plananslutning	
		Trafikmässigt betydelsefull	Tomtanslutning
Motorväg	3		
Motortrafikväg	3 (4)	3 (4)	
Huvudväg	3 (4)	3 (4)	(4) (5)
Matarväg	(5) (4)	3 (5)	4 (6)
Förbindelseväg		3 (5)	4 (6)

Längslutningens minimivärde på sådana vägvagnsnitt, där vattenavrinningen på grund av skevningsutjämnning eller kantsten är försvårad, är normalt 1 % och undantagsvis 0,4 %.

6. VÄGYTANS TVÄRFALL OCH SNEDLUTNING

Med vägytans tvärfall avses körbanans och vägrenens ytas lutningar i väglinjens normalplan.

Med vägytans snedlutning avses den geometriska summan eller vektorsumman av vägytans längslutning och tvärfall.

A. Körbanans skevning på rak vägsträcka

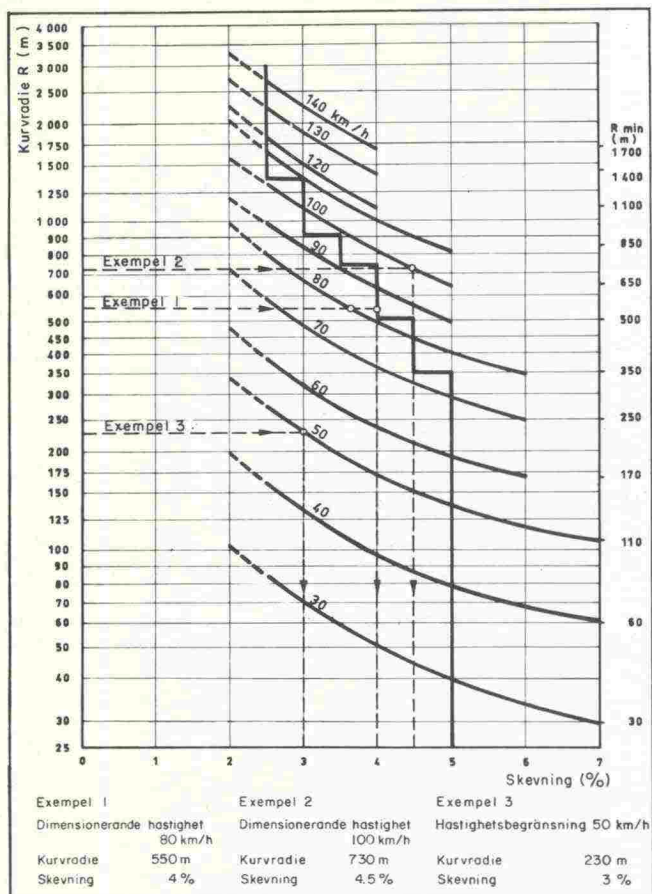
Beläggningens art	Tvärfalls-%
Genom blandning gjorda beläggningar och bärlager	2,0 ... 3,0
Gjutasfalter	1,5 ... 2,0
Oljegrus	3,0 ... 4,0
Grus	5,0
Genom indränkning gjorda beläggningar och bärande lager	2,5 ... 3,0

B. Körbanans skevning i kurva

Körbanan projekteras vid kurva i väglinjen i allmänhet med skevning. Undantag utgör emellertid sådana kurvor i väglinjen, vars radier i relation till vägens dimensionerande hastighet eller tillåtna hastighet är mycket stora. I sådana kurvor kan man använda bombering, vars storlek bestäms enligt samma grunder som på rak vägsträcka. I följande tabell ges sådana radiers minimivärden, där bombering kommer i fråga.

Dimensionerande hastighet (km/h)	40	50	60	70	80
Kurvradie (m)	1500	2000	3000	4000	5000

Värdet på ensidigt tvärfall i körbanan bestäms med användande av följande nomogram



Sättet på vilket skevningens storlek bestäms, beror på om vägen är belagd med hastighetsbegränsning eller ej enligt följande:

På vägsträcka med fri fart kommer följande två fall i fråga vid bestämning av tvärfall:

- Den på basen av kurvradie och dimensionerande hastighet bestämda punkten faller till vänster om den brutna linjen, varvid tvärfallet avläses i höjd med ifrågavarande kurvradie vid den brutna linjen (exempel 1).
- Den på basen av kurvradie och dimensionerande hastighet bestämda punkten faller till höger om den brutna linjen, varvid man ej använder den brutna linjen, utan avläser tvärfallet vid den kurva, som motsvarar ifrågavarande dimensionerande hastighet (exempel 2.)

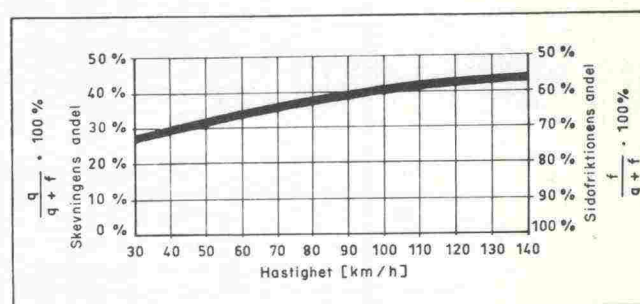
Inom område med hastighetsbegränsning bestäms körbanans tvärfall alltid av den punkt, där väglinjens kurvradies nivå skärs av hastighetsvärdets kurva, oberoende av på vilken sida av den brutna linjen punkten faller (exempel 3).

Kurvorna över beroendet mellan kurvradierna och hastigheterna i ovanstående nomogram för bestämning av tvärfallets storlek bestäms utgående från ekvationen

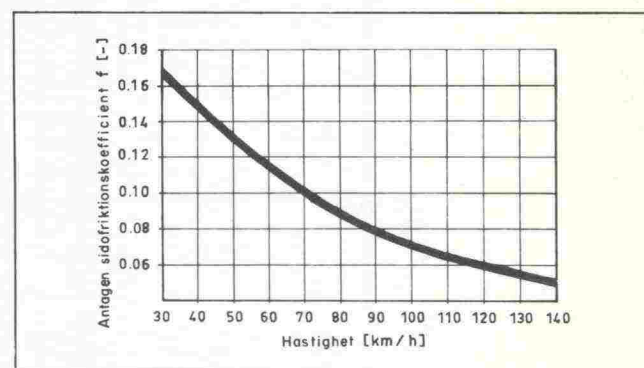
$$q + f = \frac{V^2}{127 \cdot R}$$

där q = tvärfall (-)
 f = friktionskoefficient (-)
 R = kurvradie (m)
 V = fordonets hastighet (km/h)

Antaget beroende mellan tvärfall, sidofriktion och hastighet



Antaget maximivärde på sidofriktionskoefficienten vid olika hastigheter



Tvärfallets maximivärden

Vägens klass	Skevningens maximivärde %
Motorvägar	5,0
Motortrafikvägar	5,0
Samtrafikvägar	
- huvudvägar	6,0
- matarvägar	6,0
- förbindelsevägar	7,0

C. Körbanans snedlutning

Snedlutningen beräknas enligt ekvationen

$$b = \sqrt{s^2 + q^2}$$

dar b = snedlutning (-)

s = längslutning (-)

q = tvärfall (-)

Av dräneringstekniska skäl bör snedlutningen normalt vara minst 1 % och undantagsvis minst 0,5 %.

Snedlutningens maximivärden

Vägens klass	Snedlutningens maximivärde %
Motorvägar	6,0
Motortrafikvägar	7,0
Samtrafikvägar	
- huvudvägar	7,0
- matarvägar	10,0
- förbindelsevägar	13,0

D. Körbanans skevningsutjämnings

Körbanans skevning ändras i allmänhet av kördynamiska skäl. I undantagsfall kommer ändring av skevningen i fråga av strukturella skäl, såsom t.ex. när beläggningens kvalitet ändras.

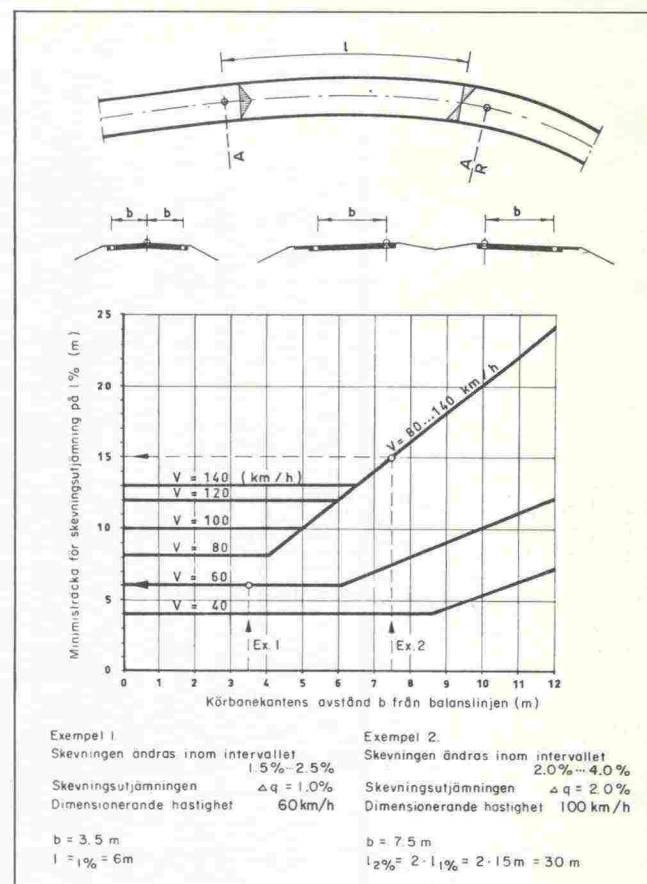
Av kördynamiska skäl får skevningsutjämnings ej vara snabbare än vad i följande tabell anges

Dimensionerande hastighet (km/h)	Skevningsutjämnings maximihastighet (%/10 m)
40	2,50
60	1,75
80	1,25
100	1,00
120	0,85
140	0,75

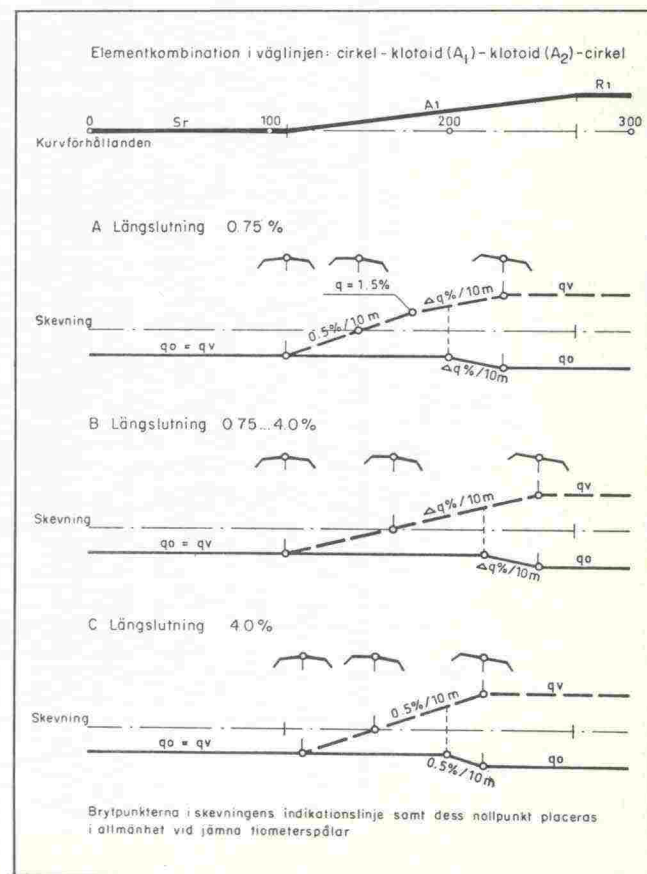
Av dräneringstekniska skäl får skevningsutjämnings ej vara långsammare än vad i följande tabell anges på sådant vägavsnitt, där tvärfallet är mindre än 1,5 %

Beläggning	Längslutning	Skevningsutjämnings minimihastighet vid skevning $\leq 1,5$ % (%/10 m)
Gjutasfalt eller genom blandning framställd beläggning	0 ... 0,75 0,75 ... 3,0 3,0 ... 6,0 $\geq 6,0$	0,50 0,15 0,15 ... 0,50 0,50
Olje- eller bitumenlösningssgrus	0 ... 1,0 1,0 ... 3,0 3,0 ... 6,0 $\geq 6,0$	1,0 0,20 0,20 ... 0,50 0,50
Grus eller indränkt yta	0 $\geq 10,0$	2,00

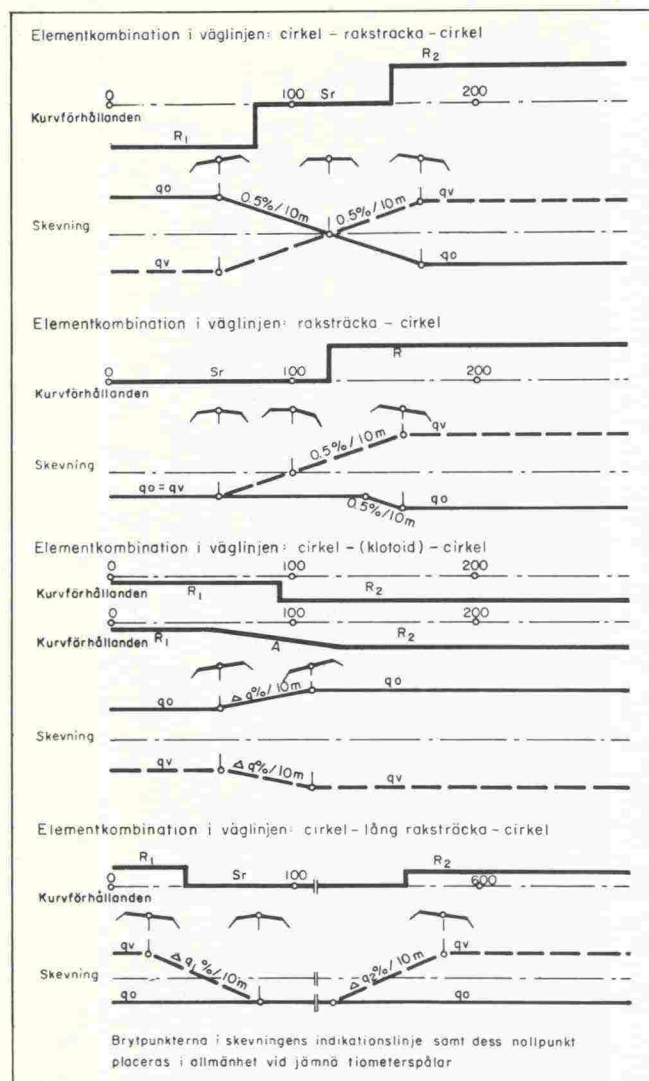
På basen av skevningsutjämnings maximihastighet och optiska aspekter bestämda minimisträckor för skevningsutjämnings fås ur följande figur



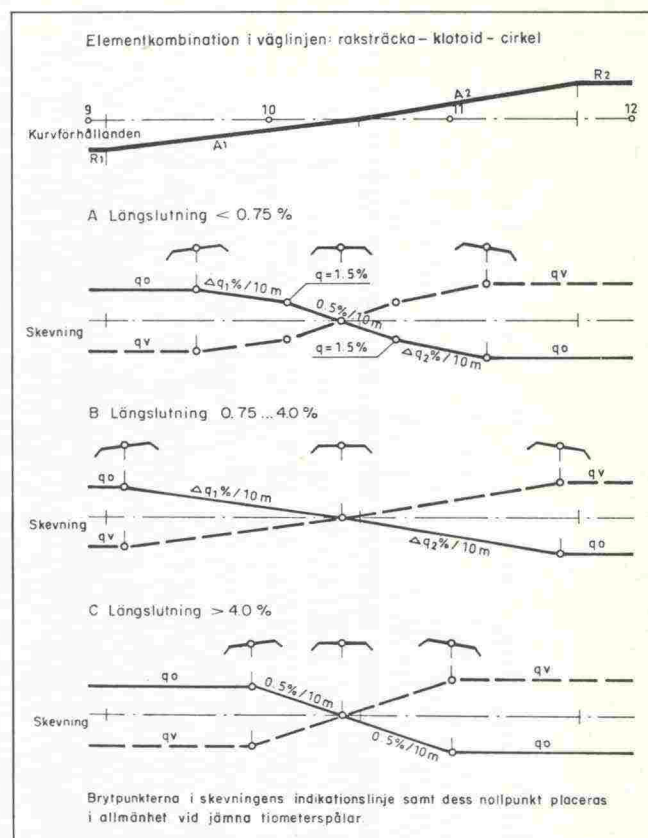
Skevningsutjämnings mellan raksträcka och cirkel



Skevningsutjämning mellan två cirkelkurvor samt mellan raksträcka och cirkelkurva



Skevningsutjämning vid S-kurva



E. Vägrenens tvärfall

1,5 meter bred eller smalare vägren byggs alltid med samma tvärfall som körbanan.

Av en över 1,5 meter bred vägren byggs den närmast körbanan belägna delen på en bredd av 0,25 eller 0,5 meter med samma tvärfall som körbanan och den återstående delen av belagd vägren med tvärfall utåt från vägens mittlinje, i innerkurva med körbanans tvärfall och i ytterkurva, beroende på beläggning, med samma tvärfall som körbana på rak väg.

7. ÄNDRINGAR I SEKTIONSBREDD

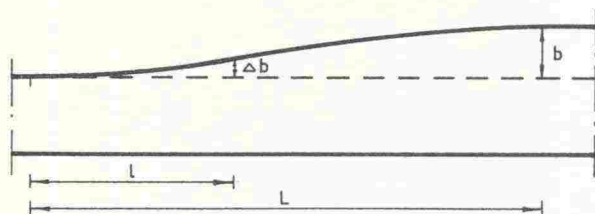
Bredden på en vägs sektion varierar i olika punkter av vägen, varvid en ändring närmast beror på:

- ändring av sektionstyp
- tilläggskörväg
- breddökning vid kurva
- variationer i mittremsans bredd på tvåfältsväg

A. Projektering av övergång mellan olika sektionstyper

Vid övergång mellan olika sektionstyper förändras körbanans, vägrenens eller hela vägytans bredd. Det är ofta fördelaktigt att placera övergångspunkterna vid kurva i väglinjen eller vid anslutning.

Ifall körbanebreddens förändring är mindre än 1 % av den för ändringen till buds stående sträckan, kan ändringen utföras rätlinjigt. Såvida förändringen är snabbare, kan ändringens mellanliggande mått uträknas enligt följande tabell



$100 \cdot \frac{1}{L}$	$\frac{\Delta b}{b}$	$100 \cdot \frac{1}{L}$	$\frac{\Delta b}{b}$	$100 \cdot \frac{1}{L}$	$\frac{\Delta b}{b}$
0	0.000	35	0.273	70	0.794
5	0.006	40	0.345	75	0.854
10	0.024	45	0.422	80	0.905
15	0.054	50	0.500	85	0.946
20	0.095	55	0.578	90	0.976
25	0.146	60	0.655	95	0.994
30	0.206	65	0.727	100	1.000

Breddändring av belagd vägren projekteras i allmänhet över samma sträcka som körbanebreddens ändring. Ändring av grusvägrens bredd utförs i allmänhet rätlinjigt.

8. STIGNINGSFÄLT

Vid konstatering av stigningsfälts behövlighet kommer följande två fall i fråga:

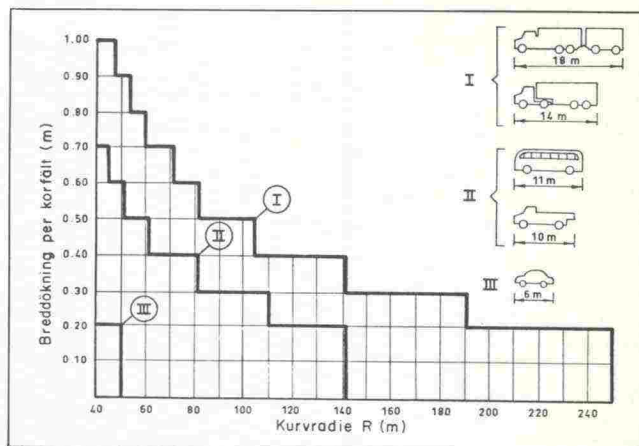
- på huvudväg utgår man vid bedömning av ett stigningsfält behövlighet ifrån, att den som mål för projekteringen stående servicestandard uppnås i stigningen. Härvid bör man kontrollera, att fordonens hastigheter vid stigningen är tillräckliga med tanke på ifrågavarande servicestandard och att den dimensionerande trafiken inte överskrider maximitrafikmängden för ifrågavarande servicestandard.
- på matar- och förbindelsevägar utgår man vid bedömning av ett stigningsfälts behövlighet ifrån, att vägens kapacitet ej överskrids vid stigningen. Stigningsfältets behövlighet konstateras i praktiken på basen av nomogrammen i följande figur. Ur ifrågavarande nomogram erhålls vägens kapacitet vid stigningen utgående från stigningens längd och branthet samt från mängden tunga fordon. Ett stigningsfält behövs, ifall vägens dimensionerande trafik överstiger den ur nomogrammet avlästa kapaciteten.

Ifall längslutningen varierar under en stigningslopp, använder man vid granskningen hela stigningens genomsnittliga längslutning eller delar man upp stigningen i jämnbranta avsnitt.

B. Körbanans breddökning i kurva

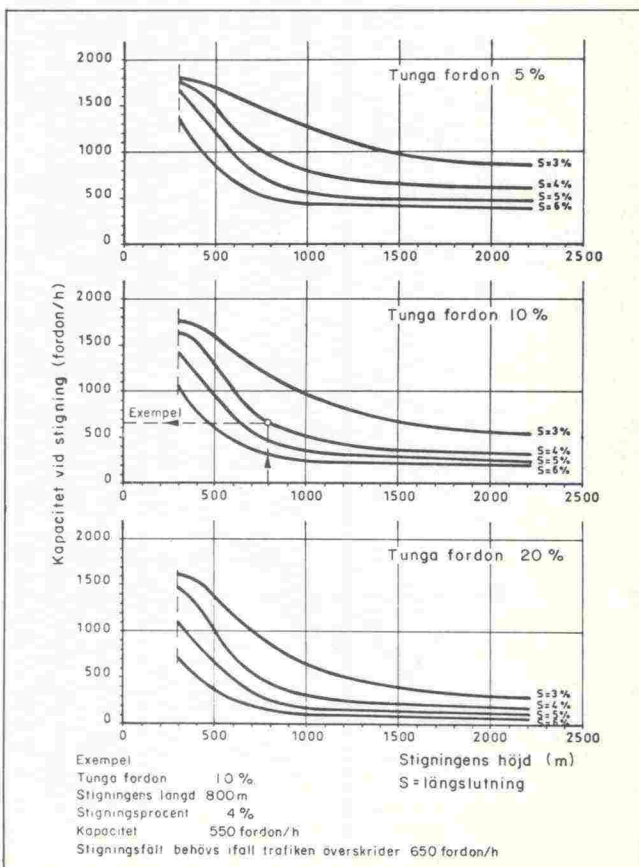
Breddning av körbanan kommer i fråga när kurvradien är mindre än 250 m.

Körbanans breddökning i kurva bestäms enligt följande figur

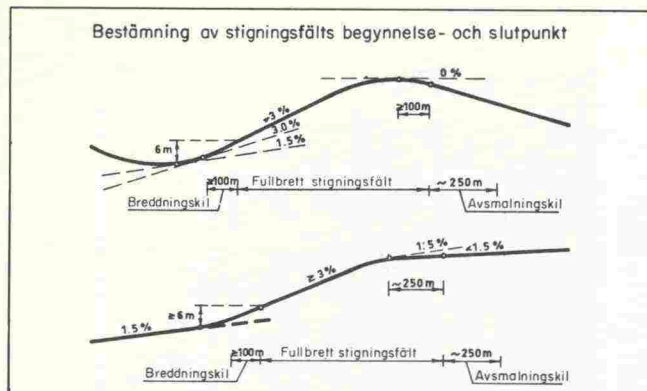


Kurvbreddökningen adderas i allmänhet till körbanans normala bredd. Ifall körfältens bredd överstiger 3,5 m, räknas den överskjutande delen redan som breddökning. Som dimensionerande fordon används i allmänhet på allmänna vägar en kombination av lastbil och släpvagn.

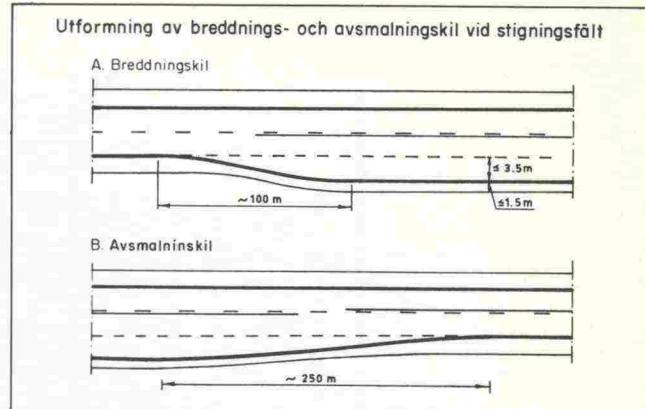
Konstaterande av stigningsfälts behövlighet



Bestämning av stigningsfälts längd



Bestämning av formen på ett stigningsfälts ändar



9. VÄGENS GEOMETRISKA UTFORMNING

Med vägens geometriska utformning avses i dessa anvisningar den helhet, som väglinje, balanslinje och sektion utgör. Man strävar till att göra denna helhet sådan, att vägen blir såväl säker som behaglig.

Vid granskning av en vägs geometriska utformning fästs uppmärksamhet närmast vid följande aspekter:

- siktförhållandenas utformning
- optisk ledning
- vägens optiska smidighet
- harmoni mellan väg och terräng

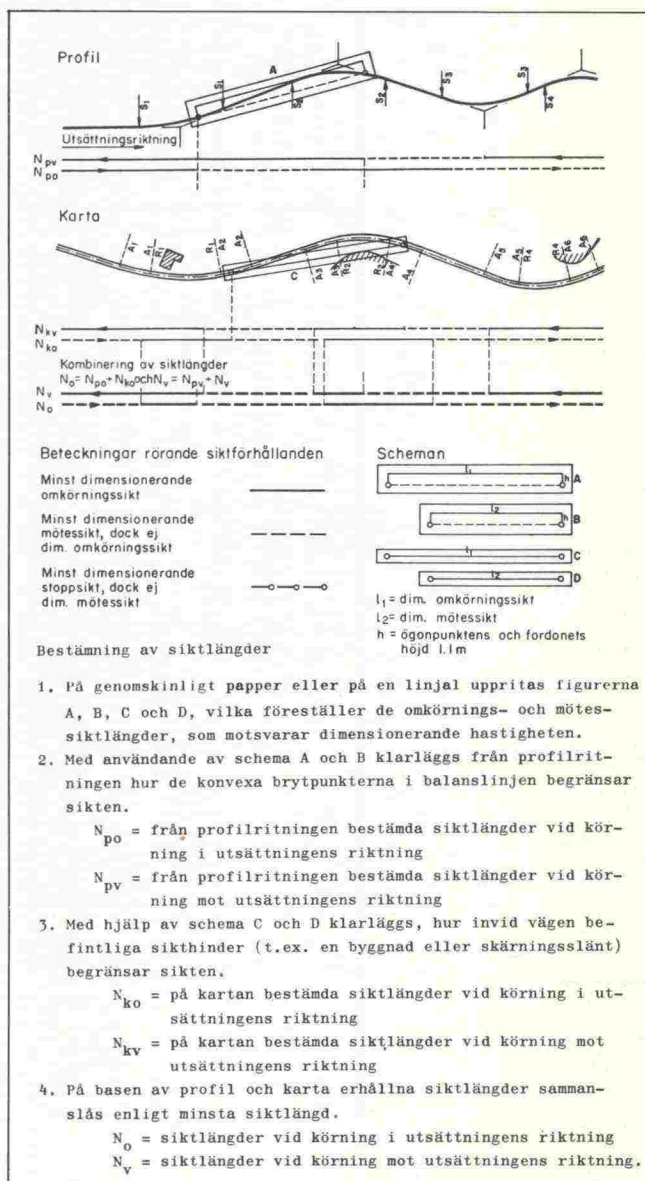
A. Siktförhållandenas utformning

Sikten i vägens riktning kan begränsas av sikthinder på insidan av en kurva eller av vägytan vid konvex vertikalkurva i balanslinjen.

På ett sådant vägavsnitt, där såväl siktbegränsande horisontalkurvor som konvexa vertikalkurvor i balanslinjen förekommer, är den fördelaktigaste utformningen sådan, att ovannämnda siktbegränsande element är belägna vid samma punkt och sikten utefter det övriga vägavsnittet möjligtast fri.

Med tanke på siktförhållandenas utformning är sådana förhållanden i allmänhet fördelaktiga, där vägen inom siktområdet löper på bank eller balanslinjen är konvex eller rak.

Konstaterande av siktförhållanden kan i praktiken vanligtvis utföras med tillräcklig noggrannhet enligt i följande figur framlagd princip.

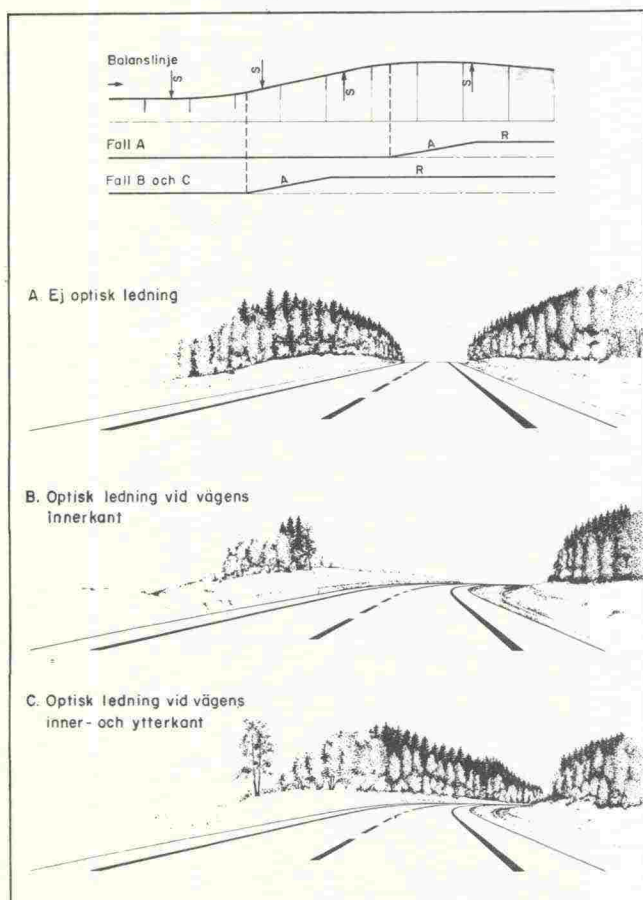


B. Optisk ledning

Med optisk ledning avses i dessa anvisningar sådan antydning om vägens fortsättning, som ges av väggkant, kantstreck, skärningsslänt, växtlighet eller konstruktioner i körbanans närhet, och varigenom föraren i förväg kan bereda sig på ändringar i vägens riktning.

Vid optisk ledning fästs speciell uppmärksamhet vid konvex vertikalkurva i balanslinjen, där vägen försvinner utom synhåll på en relativt kort sträcka. I en sådan punkt strävar man till att projektera vägen att svänga, samt så, att kurvriktningen hålls oförändrad.

I följande figur visas tre perspektivbilder av vägar med likadana balanslinjer. I fall A börjar väglinjens horisontalkurva efter den konvexa vertikalkurvans begynnelsepunkt, varvid förändringen i vägens riktning ej kan observeras på förhand. I fall B och C sammanfaller horisontalkurvan med den konvexa vertikalkurvan. Härvid kan man i fall B utläsa vägens riktningsförändring av väggkanten. I fall C framhävs den optiska ledningen av träd och buskar i vägens ytterkurva.

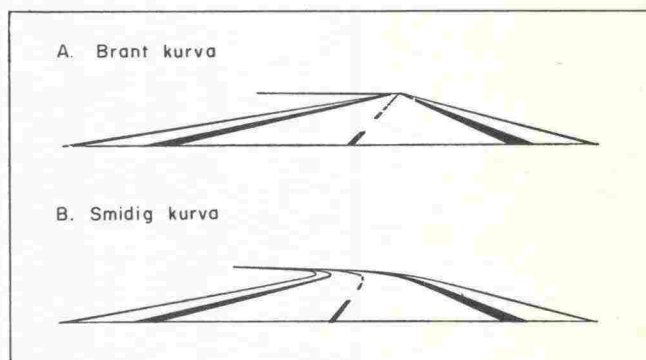


C. En vägs optiska smidighet

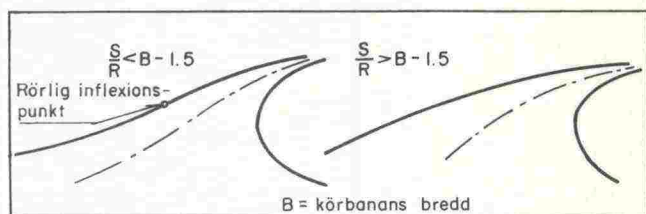
Med en vägs optiska smidighet avses smidighet i vägens utformning.

För uppnående av optisk smidighet bör vid projektering av en vägs utformning följande huvudprinciper iakttas:

- a) kurvor i väg- och balanslinje bör vara tillräckligt flacka och långa

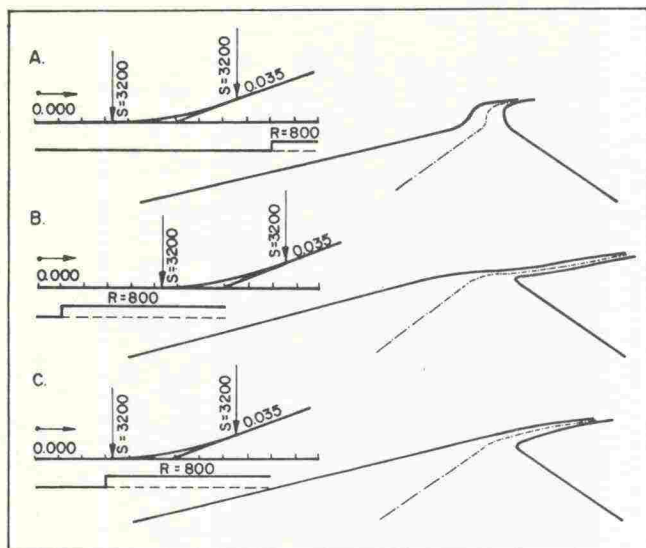


- b) mellan väg- och balanslinjens krökningsradier bör lämpligt förhållande råda, så att rörliga inflexionspunkter ej uppstår i vägen

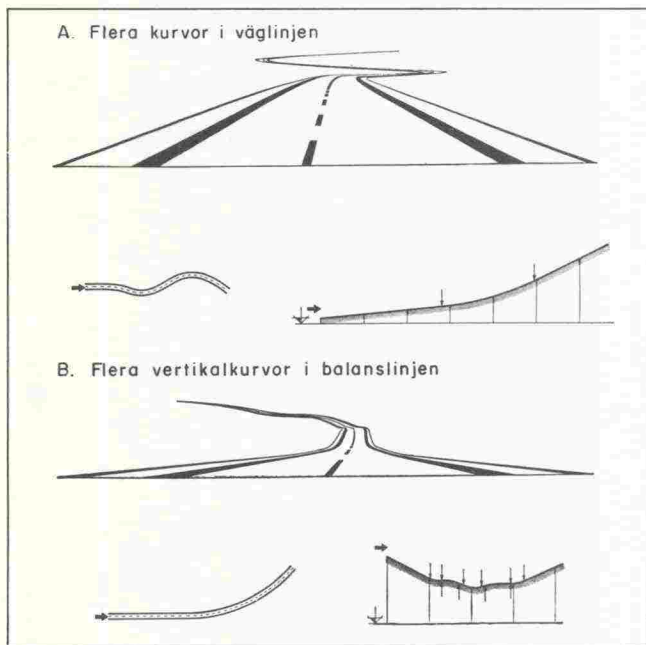


- c) specialpunkter i väg- och balanslinje, vilka utgörs av kurvors begynnelsepunkter och verkliga inflexionspunkter, bör placeras på ändamålsenligt sätt i förhållande till varandra. Väglinjens specialpunkter är det med tanke på den optiska smidigheten fördelaktigast att placera i någon av följande punkter av vägen:
- ungefär vid mitten av en konvex vertikalkurva i balanslinjen
 - på rakt avsnitt av balanslinjen långt ifrån specialpunkter i balanslinjen
 - i samma punkter som balanslinjens specialpunkter, varvid väglinjens radier bör vara relativt stora

Exempel på hur placeringen av väg- och balanslinjens specialpunkter inverkar på en vägs utseende.



- d) Inom synfältet får ej samtidigt finnas flera kurvor i väglinje och balanslinje. Vägen bör inpassas i terrängen så, att man i varje punkt av den ser högst två kurvor på en och samma gång.



D. Harmoni mellan väg och terräng

En vägs geometriska utformning strävar man till att projektera så, att vägens och terrängens samhörighet blir naturlig, med andra ord att väg och terräng harmonierar sinsemellan.

Terrängen klassificeras i dessa anvisningar på basen av sin topografi i följande typer:

- jämn terräng
- kuperad terräng
- mycket kuperad terräng

I jämn och öppen terräng passar flack väglinje och balanslinje samt rätt långa raka vägsnitt bäst. I jämn skogig terräng kan man använda kurvelement med kortare radie än då terrängen är öppen.

I kuperad terräng är det fördelaktigast att projektera en väg så, att väg- och balanslinjernas kurvor och raka avsnitt varierar i samma rytm som höjder och dalar följer på varandra.

I mycket kuperad terräng är det i allmänhet ej fördelaktigt att placera en högklassig väg, eftersom man ej kan undvika att det uppkommer djupa skärningar och höga bankar i dylik terräng. Ifall detta trots allt på grund av vägande skäl är nödvändigt, bör speciell vikt fästas vid de anvisningar, som finns rörande miljövårdstekniska åtgärder.

E. Geometrisk utformning hos vägar av olika typ

Vid projektering av en vägs utformning fästs vid alla vägar uppmärksamhet vid de ovan i punkterna A, B, C och D framlagda synpunkterna. Dessa synpunkters prioritering beror emellertid i hög grad på vägens typ och trafikmässiga betydelse.

På motorvägar strävar man till att uppfylla alla ovan framlagda krav rörande siktförhållanden, optisk ledning, optisk smidighet och harmoni väg och terräng emellan. Detta förutsätter, att vägen placeras i relativt jämn terräng samt att man i väg- och balanslinje använder kurvor med stor radie.

Vid tvåfältiga, trafikmässigt viktiga huvud- och matarvägar ställs i punkt 2 framlagda krav rörande omkörningssikt framom den optiska smidigheten. Vägen projekteras helst som en kombination av raksträckor och kurvor. Samtidigt bör så vitt möjligt anvisningarna beträffande väg- och balanslinjernas anpassning till varandra beaktas.

Vid projektering av en ringa trafikerad vägs linjeföring fästs huvudvikten i allmänhet vid inbesparning av byggnadskostnader. Härav följer, att balanslinjen relativt noggrant följer markytans höjdvärder.

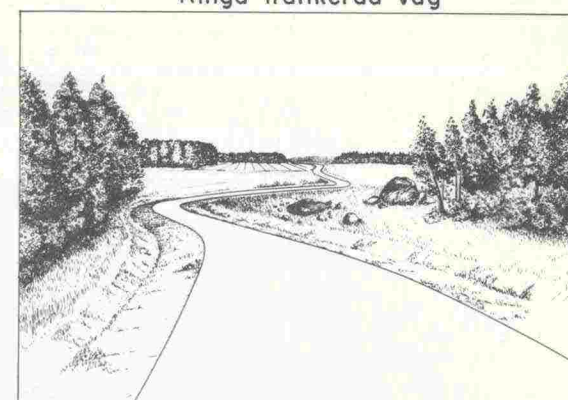
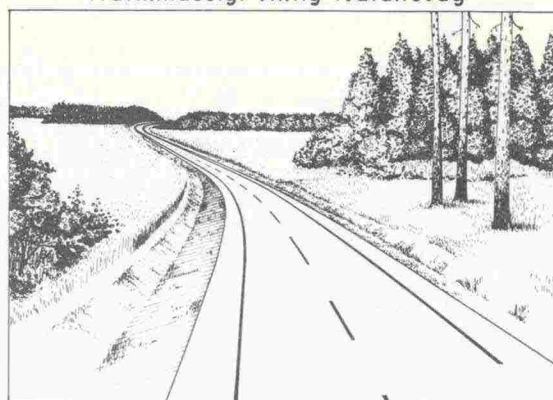
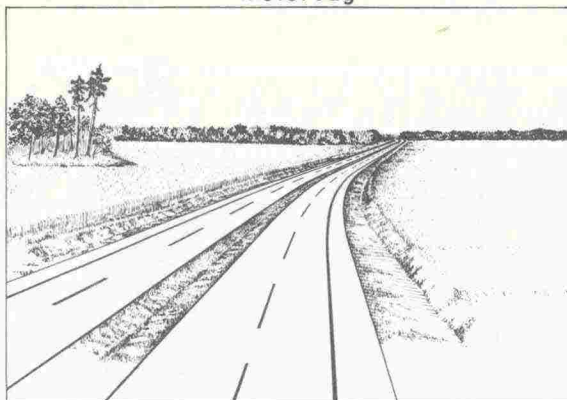
Exempel på olika typs vägars geometriska utformning i olika terräng

Motorväg

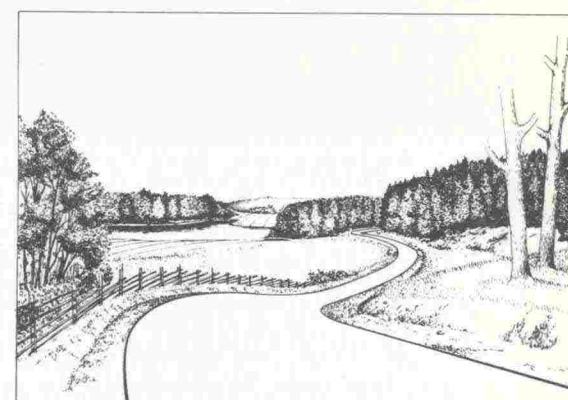
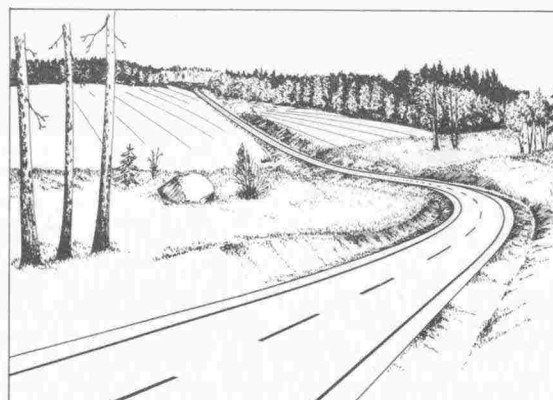
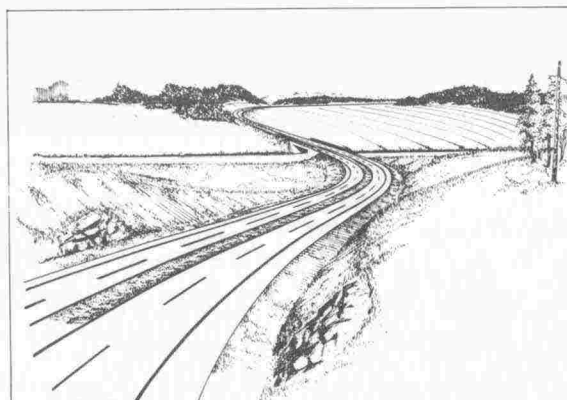
Trafikmässigt viktig tvåfältsväg

Ringa trafikerad väg

Jämn
terräng



Kuperad
terräng



Mycket
kuperad
terräng

